

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-034132

(43)Date of publication of application : 02.02.2000

(51)Int.Cl. C03C 3/17
 C03C 3/21
 G02B 1/00
 G02B 5/30

(21)Application number : 11-005458

(71)Applicant : HOYA CORP

(22)Date of filing : 12.01.1999

(72)Inventor : SATO KOICHI

(30)Priority

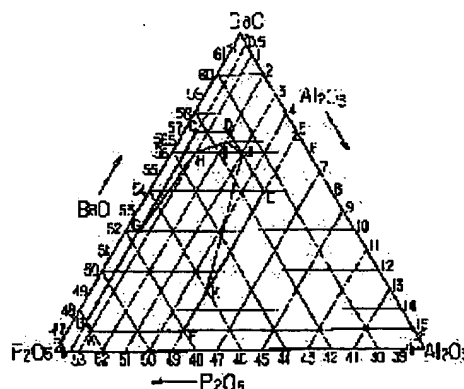
Priority number : 10152151 Priority date : 15.05.1998 Priority country : JP

(54) GLASS HAVING LOW PHOTOELASTIC COEFFICIENT AND OPTICAL GLASS

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a glass having specific low photoelastic constant and transmittance without using harmful PbO, exhibiting improved chemical resistance and producible in a mass by specifying a composition composed of P₂O₅, BaO and Al₂O₃ and, as necessary, adding specific amount of La₂O₃, ZnO, B₂O₃, Sb₂O₃, etc.

SOLUTION: The objective glass contains 41-52 wt.% of P₂O₅, 47-57 wt.% of BaO and 0.5-5 wt.% of Al₂O₃ (provided that P₂O₅+BaO+Al₂O₃ is 95-100 wt.%) and is optionally incorporated with 0-3 wt.% of La₂O₃, 0-3 wt.% of ZnO, 0-3 wt.% of CaO, 0-3 wt.% of B₂O₃, 0-3 wt.% of WO₃, 0-3 wt.% of Nb₂O₅, 0-3 wt.% of MgO, 0-3 wt.% of SrO 0-2 wt.% of Sb₂O₃ and 0-2 wt.% of As₂O₃ to get a composition falling in the range surrounded by A-B-G-H-I-J-K-F-A in the triangular diagram of P₂O₅-BaO-Al₂O₃ composition. A glass having a photoelastic constant of $+0.5 \times 10^{-12}$ Pa or below and an outer transmittance of $\geq 80\%$ (10 mm thick) at 400 nm, exhibiting negative temperature coefficient of refractive index and having low liquid crystal temperature is produced by the use of the above composition.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 16.07.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

BEST AVAILABLE COPY

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3301984

[Date of registration]

26.04.2002

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-34132

(P2000-34132A)

(43) 公開日 平成12年2月2日 (2000.2.2)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード (参考)
C 0 3 C	3/17	C 0 3 C	3/17
	3/21		3/21
G 0 2 B	1/00	G 0 2 B	1/00
	5/30		5/30

審査請求 有 請求項の数15 O L (全 14 頁)

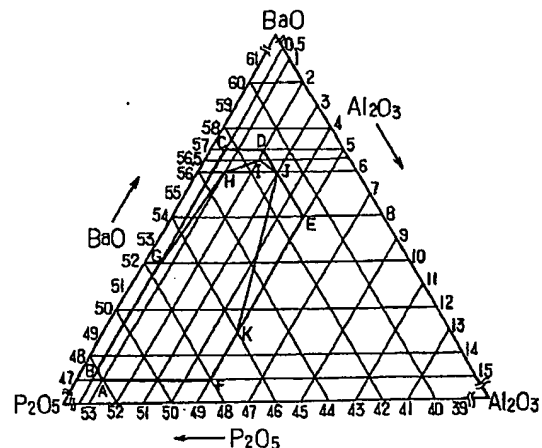
(21) 出願番号	特願平11-5458	(71) 出願人	000113263 ホーヤ株式会社 東京都新宿区中落合2丁目7番5号
(22) 出願日	平成11年1月12日 (1999.1.12)	(72) 発明者	佐藤 浩一 東京都新宿区中落合2丁目7番5号 ホーヤ株式会社内
(31) 優先権主張番号	特願平10-152151	(74) 代理人	100103676 弁理士 藤村 康夫
(32) 優先日	平成10年5月15日 (1998.5.15)		
(33) 優先権主張国	日本 (J P)		

(54) 【発明の名称】 低光弾性定数ガラス、及び光学ガラス

(57) 【要約】

【課題】 有害であるPbOを使わずに光弾性定数、透過率等が所定の範囲内にあり、耐候性等の化学的耐久性に優れ、液相温度が低く、量産可能な低光弾性定数ガラス等を提供する。

【解決手段】 重量%で、P₂O₅を41～52%、BaOを47～57%、及び、Al₂O₃を0.5～5%、含有し、かつ、P₂O₅+BaO+Al₂O₃の含量が95～100%である（例えば図1におけるA→B→C→D→E→F→Aで囲まれる範囲の組成である）ことを特徴とする光偏光制御素子用低光弾性定数ガラスとする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 重量%で、

P₂O₅を 41～52%、

BaOを 47～57%、及び、

Al₂O₃を 0.5～5%、含有し、かつ、P₂O₅+BaO+Al₂O₃の含量が95～100%であることを特徴とする光偏光制御素子用低光弾性定数ガラス。

【請求項2】 重量%で、

P₂O₅を 42～50%、

BaOを 48～56%、及び、

Al₂O₃を 1～4%、含有し、かつ、P₂O₅+BaO+Al₂O₃の含量が97～100%であることを特徴とする光偏光制御素子用低光弾性定数ガラス。

【請求項3】 請求項1又は2記載の低光弾性定数ガラスであって、重量%で、

La₂O₃を0～3%、ZnOを0～3%、CaOを0～3%、B₂O₃を0～3%、WO₃を0～3%、Nb₂O₅

を0～3%、MgOを0～3%、SrOを0～3%、S

b₂O₃を0～2%、As₂O₃を0～2%、含有し、か

つ、

P₂O₅+BaO+Al₂O₃+La₂O₃+ZnO+CaO+B₂O₃+WO₃+Nb₂O₅+MgO+SrO+Sb₂O3+As₂O₃の含量が98～100%であることを特徴

とする光偏光制御素子用低光弾性定数ガラス。

【請求項4】 請求項1乃至3記載の低光弾性定数ガラスであって、

SiO₂、GeO₂、Li₂O、Na₂O、K₂O、Cs2O、Y₂O₃、Gd₂O₃、Yb₂O₃、Ga₂O₃、ZrO₂、Ta₂O₅、TiO₂、TeO₂、Bi₂O₃から選ば

れる一以上の成分を含有することを特徴とする光偏光制

御素子用低光弾性定数ガラス。

【請求項5】 図1に示すP₂O₅-BaO-Al₂O₃の

組成の三角図において、A→B→G→H→I→J→K→

F→Aの経路で直線で結んだときに、当該直線で囲まれ

る範囲の組成であることを特徴とする光偏光制御素子用

低光弾性定数ガラス。

【請求項6】 請求項1乃至5記載の低光弾性定数ガラ

スであって、光弾性定数が、+0.5×10⁻¹²Pa以

下であることを特徴とする光偏光制御素子用低光弾性定

数ガラス。

【請求項7】 請求項1乃至6記載の低光弾性定数ガラ

スであって、400nmにおける外部透過率が80%

(10mm厚)より高いことを特徴とする光偏光制御素

子用低光弾性定数ガラス。

【請求項8】 請求項1乃至7記載の低光弾性定数ガラ

スを用いて作成したことを特徴とする光学部品。

【請求項9】 前記光学部品が、偏光ビームスプリッタ

であることを特徴とする請求項8記載の光偏光制御素

子。

【請求項10】 請求項9記載の偏光ビームスプリッタを具備することを特徴とする液晶プロジェクト。

【請求項11】 光弾性定数ガラスを構成する各成分の1mol当たりの固有光弾性定数値(単位は10⁻¹²Pa/mol)を、それぞれ、P₂O₅:0.029、BaO:-0.021、La₂O₃:-0.01、PbO:-0.036、B₂O₃:0.05、Al₂O₃:0.01、Nb₂O₅:0.11、WO₃:0.05、MgO:0.04、CaO:0.016、SrO:0.008、ZnO:0.037、TiO₂:0.03、Li₂O:0.015、Na₂O:0.025、K₂O:0.03、Cs₂O:0.03、Sb₂O₃:0.04、Bi₂O₃:0.05とし、固有光弾性定数値×モル量の総和を計算し、この計算した値に基づいて光弾性定数ガラスを構成する成分及びその含有量を決定して、所望の光弾性定数及び特性を有する光弾性定数ガラスを製造することを特徴とする光弾性定数ガラスの製造方法。【請求項12】 重量%で、P₂O₅を41～52%、BaOを47～57%、及び、Al₂O₃を0.5～5%、含有し、かつ、P₂O₅+BaO+Al₂O₃の含量が95～100%であることを特徴とする光学ガラス。【請求項13】 重量%で、P₂O₅を40～46%、BaOを52～58%、及び、Al₂O₃を0.5～5%、含有し、かつ、P₂O₅+BaO+Al₂O₃の含量が95～100%であることを特徴とする光学ガラス。

【請求項14】 光学ガラスの温度変化量dTに対する屈折率の変化量dnを示す屈折率の温度係数(dn/dT)が、負の値を示し、アサーマル性を有することを特徴とする請求項12又は13記載の光学ガラス。

【請求項15】 下記の式(1)で表される可視光の短波長側における部分分散比P_g、fの値が、同等のアッペ数を有する光学ガラスに比べ大きい値を示し、同等のアッペ数を有する光学ガラスに比べ可視光の短波長域における屈折率の変化が大きいという特異な波長依存性を有することを特徴とする請求項12乃至14記載の光学ガラス。

$$P_g, f = (n_g - n_f) / (n_f - n_c) \quad (1)$$

(式(1)中、n_gは436nmにおける屈折率、n_fは480nmにおける屈折率、n_cは656nmにおける屈折率をそれぞれ示す。)

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、実質的にPbOを含まない光偏光制御素子用の低光弾性定数ガラス等に関する。また、本発明のガラス組成範囲においては、光弾性定数が小さく、複屈折が生じにくいいため、応用例として、一般の光学ガラスとしても利用でき、例えば、信類

性の高いレンズやプリズム更には光学窓材などとして利用することができる。

【0002】

【従来の技術】低光弾性定数ガラスは、例えば、偏光ビームスプリッタを構成する基板やプリズム基体といった光偏光制御素子（光学部品）や、偏光変調を行う空間光変調素子などの光偏光制御素子（光学製品）等に使用される。

【0003】低光弾性定数ガラスは、ガラスに熱的、機械的に外力が加わった場合に生じる複屈折つまり光弾性定数が小さいことを意味している。光偏光制御素子等に使用される低光弾性定数ガラスは、光弾性定数が小さいことの他に、液相温度が低いこと、製造が容易で量産可能であること、所定の波長に対し所定の透過率を有すること、環境汚染の心配がないこと、所定の屈折率を有すること、などの要求特性を満たす必要がある。このうち、屈折率、透過率等については用途に応じ要求される数値が異なる。

【0004】液晶プロジェクトにおいて複屈折（光弾性定数）が問題となるのは以下の理由による。

【0005】透過型液晶プロジェクトの場合にあっては次の理由による。液晶内の画素数は映像の高精細化、パソコンの画素数とのマッチング等により年々増加する傾向になり、VGAは 640×480 画素、SVGAは 800×600 画素、XGAは 1024×768 画素で、現在はXGAタイプが主流を占めようとしている。この高画素化の流れはさらに進む傾向にあり、SXGA（ 1080×1024 画素）の登場も近い。1つの画素は光を透過する開口部と画素を駆動させるトランジスター部分からなる。画素を駆動させるトランジスター部分は光を透過しない。高画素化が進むにつれ、液晶内の1画素の面積は小さくなる。しかしながら、1画素に占めるトランジスターの大きさを小さくすることには限界がある。よって、高画素化が進むにつれて、光を透過しないトランジスターの部分の割合は増えることとなる（図2（a）～（c）参照）。その結果、液晶が光を透過する率（開口率）が減少することとなり、明るさが低下することを防ぐためにはランプの光の強いもの（高出力）を使用しなくてはならない。その結果、光のP波、S波を偏光させるPBSプリズムに、光による熱分布が生じ、熱膨張の差により歪みが生じガラス内に熱応力が働く。熱応力は、ガラス内部の発熱（光エネルギーの吸収などによる）や外部の発熱（光源の発熱など）により生じる。

【0006】反射型液晶プロジェクトの場合にあっては次の理由による。図3は反射型液晶プロジェクトの簡単な構成図である。反射型は透過型とは異なり、液晶を駆動させるトランジスタが反射面の下側に構成されているため、画素を高精細化の方向に持っていても開口率が下らない特徴を持ち、今後の液晶プロジェクターの高

画素化には有利である。しかしながら、反射型の構造の欠点としてPBSプリズム1、クロスプリズム2内を光が往復するため光路長が長くなるということがある。複屈折による光路差を δ （nm）とすると以下の関係が成り立つ。

$$\delta = B \times \sigma \times d$$

上式において σ （ 10^5 Pa）は熱や力学的力が加わったときの内部応力、 d （cm）は光路長、 B は光弾性定数（ 10^{-12} Pa）を示す。つまり光弾性定数 B が一定ならば内部応力 σ 、光路長 d が大きくなると複屈折が大きくなることになる。複屈折が大きくなると光のP偏光とS偏光の分解性能を乱す結果となり、特に画素として黒を表現するOFF状態でP偏光からS偏光に変換したはずの光がP偏光のまま残り、黒の画面に不均一さを発生させる（透過型の場合内部応力 σ 、反射型の場合光路長 d が大きくなり問題となる）。複屈折は B 、 σ 、 d の積のため σ 、 d が大きくなった分は B を小さくして相対的に複屈折を減らすことが可能である。極端なことをいえば B が0ならば σ と d が大きくても δ は0である。

20 【0007】

【発明が解決しようとする課題】特開平9-48631号公報には、 $B_2O_3-A1_2O_3-PbO$ 系の低光弾性定数ガラスが記載されている。このガラスにおいて、 PbO は、ガラスに添加可能な成分のうち、光弾性定数を小さくする効果が最も強く、 B_2O_3 、 $A1_2O_3$ が光弾性定数を大きくする効果があるため、 PbO を多く含むことによって光弾性定数をゼロに近づけることが可能である。しかしながら、 PbO は毒性が強いため環境規制の厳しい地域においては PbO を含んだガラスの使用は困難である。

30 【0008】また、特開平9-48633号公報には、フッリン酸系の低光弾性定数ガラスが記載されているが、このガラスはフッ素を含有しているため、熔解時のフッ素の揮発が大きく、光弾性定数や、分散等の光学特性の再現性の高いガラスは得られにくい。また、ガラス内部の脈理も強くなり、良品取得率が極端に下がることになる。なお、Fを含有していても必ずしも光弾性定数が下がるわけではない。特に、多量のFを入れた場合には、ガラス内部の均質性が悪くなる。

40 【0009】なお、特開平2-188442号公報には、 $P_2O_5-A1_2O_3-B_2O_3-RO$ （ $R=Mg, Ca, Sr, Ba, Pb$ ）系のリン酸系光学ガラスが記載されているが、このガラスは紫外域での透過率の高い光学ガラスを得ることを目的としており、低光弾性定数ガラスの用途に用いることを目的とするものではない。そのため、 P_2O_5 が41～52%の範囲外であるか又はBaOの含有量が47%未満のものは、光弾性定数が $+0.5 \times 10^{-12}$ Paを越えてしまうか、又はガラス化しない。また、BaOが48～53%の範囲のものはA

50 1_2O_3 を6%以上含んでいるため液相温度（LT）が高

くなり製造には不向きであり、又 P_2O_5 が41%未満のためガラス化しずらく、液相温度が高くなる。

【0010】また、特開昭50-71708号公報には、 $P_2O_5-PbO-Nb_2O_5$ 系のリン酸塩光学ガラスが記載されているが、このガラスは着色の少ない高屈折率の光学ガラスを得ることを目的としており、低光弾性定数ガラスの用途に用いることを目的とするものではない。そのため、その中の実施例では Nb_2O_5 を5重量%以上含んだものが多いので光弾性定数が $+0.5 \times 10^{-12} Pa$ を越えてしまう。 Nb_2O_5 が5%未満の実施例

については PbO を50%以上含んでいるため、400nm付近の透過率が悪くなってしまう。
【0011】本発明は上述した背景の下になされたものであり、上述した各種問題を解決し、有害である PbO を使わずに光弾性定数、透過率等が所定の範囲内にあり、耐候性等の化学的耐久性に優れ、液相温度が低く、量産可能な低光弾性定数ガラス等を提供することを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】本願出願人は、上記目的を達成できる低光弾性定数ガラスとして基本的に PbO を含まない P_2O_5-BaO 系の低光弾性定数ガラス(P_2O_5 : 30~60重量%、 BaO : 40~60重量%等)を開発し、既に出願を行っている(特願平10-100101号)。本発明者らは、先の P_2O_5-BaO 系の低光弾性定数ガラスの主たる組成を Al_2O_3 を必須成分として実質的に3成分というシンプルな組成に単純化することで、より光弾性定数を小さくできることを見出し本発明を完成するに至った。

【0013】すなわち、本発明の低光弾性定数ガラスは、以下に示す構成としてある。

【0014】(構成1)重量%で、 P_2O_5 を41~52%、 BaO を47~57%、及び、 Al_2O_3 を0.5~5%、含有し、かつ、 $P_2O_5+B a O+A l_2 O_3$ の含量が95~100%であることを特徴とする光偏光制御素子用低光弾性定数ガラス。

【0015】(構成2)重量%で、 P_2O_5 を42~50%、 BaO を48~56%、及び、 Al_2O_3 を1~4%、含有し、かつ、 $P_2O_5+B a O+A l_2 O_3$ の含量が97~100%であることを特徴とする光偏光制御素子用低光弾性定数ガラス。

【0016】(構成3)構成1又は2記載の低光弾性定数ガラスであって、重量%で、 La_2O_3 を0~3%、 ZnO を0~3%、 CaO を0~3%、 B_2O_3 を0~3%、 WO_3 を0~3%、 Nb_2O_5 を0~3%、 MgO を0~3%、 SrO を0~3%、 Sb_2O_3 を0~2%、 As_2O_3 を0~2%、含有し、かつ、 $P_2O_5+B a O+A l_2 O_3+L a_2 O_3+Z n O+C a O+B_2 O_3+W O_3+N b_2 O_5+M g O+S r O+S b_2 O_3+A s_2 O_3$ の含量が98~100%であることを特徴とする光偏光制御素

子用低光弾性定数ガラス。

【0017】(構成4)構成1乃至3記載の低光弾性定数ガラスであって、 SiO_2 、 GeO_2 、 Li_2O 、 Na_2O 、 K_2O 、 Cs_2O 、 Y_2O_3 、 Gd_2O_3 、 Yb_2O_3 、 Ga_2O_3 、 ZrO_2 、 Ta_2O_5 、 TiO_2 、 TeO_2 、 Bi_2O_3 から選ばれる一以上の成分を含有することを特徴とする光偏光制御素子用低光弾性定数ガラス。

【0018】(構成5)図1に示す $P_2O_5-BaO-Al_2O_3$ の組成の三角図において、 $A \rightarrow B \rightarrow G \rightarrow H \rightarrow I \rightarrow J \rightarrow K \rightarrow F \rightarrow A$ で囲まれる範囲の組成であることを特徴とする光偏光制御素子用低光弾性定数ガラス。

【0019】(構成6)構成1乃至5記載の低光弾性定数ガラスであって、光弾性定数が、 $+0.5 \times 10^{-12} Pa$ 以下であることを特徴とする光偏光制御素子用低光弾性定数ガラス。

【0020】(構成7)構成1乃至6記載の低光弾性定数ガラスであって、400nmにおける外部透過率が80%(10mm厚)より高いことを特徴とする光偏光制御素子用低光弾性定数ガラス。

【0021】(構成8)構成1乃至7記載の低光弾性定数ガラスを用いて作成したことを特徴とする光学部品。

【0022】(構成9)前記光学部品が、偏光ビームスプリッタであることを特徴とする構成8記載の光偏光制御素子。

【0023】(構成10)構成9記載の偏光ビームスプリッタを具備することを特徴とする液晶プロジェクト。

【0024】(構成11)光弾性定数ガラスを構成する各成分の1mol当たりの固有光弾性定数値(単位は $10^{-12} Pa/mol$)を、それぞれ、 P_2O_5 : 0.029、 BaO : -0.021、 La_2O_3 : -0.01、 PbO : -0.036、 B_2O_3 : 0.05、 Al_2O_3 : 0.01、 Nb_2O_5 : 0.11、 WO_3 : 0.05、 MgO : 0.04、 CaO : 0.016、 SrO : 0.008、 ZnO : 0.037、 Ti_2O_3 : 0.03、 Li_2O : 0.015、 Na_2O : 0.025、 K_2O : 0.003、 Cs_2O : 0.03、 Sb_2O_3 : 0.04、 Bi_2O_3 : 0.05とし、固有光弾性定数値×モル量の総和を計算し、この計算した値に基づいて光弾性定数ガラスを構成する成分及びその含有量を決定して、所望の光弾性定数及び特性を有する光弾性定数ガラスを製造することを特徴とする光弾性定数ガラスの製造方法。

【0025】(構成12)重量%で、 P_2O_5 を41~52%、 BaO を47~57%、及び、 Al_2O_3 を0.5~5%、含有し、かつ、 $P_2O_5+B a O+A l_2 O_3$ の含量が95~100%であることを特徴とする光学ガラス。

【0026】(構成13)重量%で、 P_2O_5 を40~46%、 BaO を52~58%、及び、 Al_2O_3 を0.5~5%、含有し、かつ、 $P_2O_5+B a O+A l_2 O_3$ の含量が95~100%であることを特徴とする光学ガラ

10

20

30

40

50

ス。

【0027】(構成14) 光学ガラスの温度変化量 dT に対する屈折率の変化量 dn を示す屈折率の温度係数 (dn/dT) が、負の値を示し、アサーマル性を有することを特徴とする構成12又は13記載の光学ガラス。

【0028】(構成15) 下記の式(1)で表される可視光の短波長側における部分分散比 P_g, F の値が、同等のアップ数を有する光学ガラスに比べ大きい値を示し、同等のアップ数を有する光学ガラスに比べ可視光の短波長域における屈折率の変化が大きいという特異な波長依存性を有することを特徴とする構成12乃至14記載の光学ガラス。

$$P_g, F = (n_g - n_F) / (n_F - n_c) \quad (1)$$

(式(1)中、 n_g は436nmにおける屈折率、 n_F は480nmにおける屈折率、 n_c は656nmにおける屈折率をそれぞれ示す。)

【0029】

【作用】構成1によれば、ガラスに熱的、機械的な応力が加わる環境においても光偏光制御素子としての機能を十分に発揮できる程度の低光弾性定数を有し、かつ、光透過率にも優れ、また、化学的耐久性等の耐候性も良く長期使用に耐え得るとともに、 PbO を含まない鉛フリーの低光弾性定数ガラスをつくることが可能となる。また、低光弾性定数ガラスの組成を $P_2O_5-BaO-Al_2O_3$ の実質的に3成分というシンプルな組成に単純化することで、より光弾性定数を小さくできる。特に、 P_2O_5-BaO 系の低光弾性定数ガラスに、 Al_2O_3 を必須成分として所定量加えることで、 P_2O_5-BaO 系の低光弾性定数ガラスにおける BaO の許容量を増やすことができ、より光弾性定数を小さくできる。これは、 P_2O_5 の光弾性定数はプラスであり、 BaO の光弾性定数はマイナスであるから、 BaO の量を増やせると、より光弾性定数をゼロに近づけることができるからである。さらに、 Al_2O_3 は耐候性の向上に効果的である。

【0030】構成2によれば、各組成範囲をより好ましい範囲とすることで、構成1の効果がより向上する。例えば、光弾性定数を小さくでき、ガラス化し易くなり、化学的耐久性等の耐候性も向上する。特に、 Al_2O_3 を2重量%とすることで光弾性定数を最低にすることができる。

【0031】構成3によれば、 La_2O_3 、 ZnO 及び CaO を添加することで化学的耐久性等の耐候性を向上させる効果があり、 B_2O_3 、 WO_3 、 Nb_2O_5 、 MgO 、 SrO を添加することで所定の屈折率に調整することが可能であり、 Sb_2O_3 、 As_2O_3 を添加することで脱泡、清澄の効果が得られる。これらの成分のうち、 La_2O_3 、 ZnO 、 Sb_2O_3 等を実質的な3成分系 ($P_2O_5-BaO-Al_2O_3$ 系) に加えると3成分系との相性が良く微量であっても添加効果が大きい。特に、 La_2O_3

は光弾性定数はマイナスであるから好ましく、透過率、耐候性を維持しつつ、光弾性定数をより低くすることができる。また、上記成分を加えた含量を98~100%とすることで、光弾性定数値を $+0.5 \times 10^{-12} Pa$ 以下とすることができる。

【0032】構成4によれば、これらの成分を本発明の効果を損なわぬ範囲で加えることで、光弾性定数値、液相温度、屈折率、透過率、安定性、耐光性、化学的耐久性などの各種特性を制御し特性の向上を図ることが可能となる。

【0033】構成5によれば、図1を利用することで、各効果の調整や、製造に適した組成の選択が容易となる。

【0034】構成6によれば、光弾性定数値を $+0.5 \times 10^{-12} Pa$ 以下とすることで、例えば液晶プロジェクトにおける偏光ビームスプリッタを構成する基板やレンズやプリズム基体として好適に使用できる。

【0035】構成7によれば、400nmにおける外部透過率を80%以上(10mm厚)とすることで、液晶プロジェクトにおける偏光ビームスプリッタを構成する基板やレンズやプリズム基体として好適に使用できる。

【0036】構成8乃至10によれば、本発明の低光弾性定数ガラスを用いてこれらを作成することで、優れた性能を有する光学部品や光学製品を得ることができる。特に、プリズムが透過光から多くの熱を受ける構造であったり、透過光の光路長が長い構造の液晶プロジェクトであっても、本発明の低光弾性定数ガラスで作製したプリズムを用いることで、複屈折が原因の画像の乱れのない液晶プロジェクトを得ることができる。

【0037】構成11によれば、光弾性定数ガラスを構成する各成分に任意の固有光弾性定数値を当てはめ、固有光弾性定数値×モル量の総和を計算し、この計算した値に基づいて光弾性定数ガラスを構成する成分及びその含有量を決定して、所望の光弾性定数及び諸特性を有する光弾性定数ガラスを製造することが可能となる。

【0038】構成12によれば、この組成のガラスは、光学ガラスの温度変化量 dT に対する屈折率の変化量 dn を示す屈折率の温度係数 (dn/dT) 及び/又は部分分散比が、それぞれ特異的な値を示し、したがってカメラレンズ用などの一般的な光学ガラスとして有効である。また、光弾性定数が小さく、複屈折が生じにくいいためレンズ素材として好適であり、更に熱応力に強いいため急激な温度変化を伴う環境下で使用するレンズ素材として好適である。

【0039】構成13によれば、この組成のガラスは、 dn/dT 及び/又は部分分散比が特異的な値を示し、したがってカメラレンズ用などの一般的な光学ガラスとして有効である。また、光弾性定数が小さく、複屈折が生じにくいいためレンズ素材として好適であり、更に熱応力に強いいため急激な温度変化を伴う環境下で使用するレ

レンズ素材として好適である。

【0040】構成14によれば、光学ガラスの温度変化量 dT に対する屈折率の変化量 dn を示す屈折率の温度係数 (dn/dT) が、負の値を示し、アサーマル性を有することによって、以下に詳しく示す効果を有する。光学ガラスの屈折率 n は温度 T が変化すると変化する。この温度変化量に対する屈折率の変化量が屈折率の温度係数 (dn/dT) である。ガラスの温度が変化すると光路長も変化する。この変化の度合いを示す光路長の温度係数 (ds/dT) は、次式により表される。

$$ds/dT = (n-1)\alpha + dn/dT$$

(上式中、 n はガラスの屈折率、 α はガラスの熱膨張係数をそれぞれ示す。)

一般の光学ガラスでは dn/dT は正の値を有し、一方 α も正であることより通常温度が変化することにより光路長も変化してしまう。しかしながら上記構成12又は13に示す組成のガラスは温度の上昇により屈折率が低下する特性を有している。これは dn/dT が負の値になっていることで示される(これをアサーマル性という)。このようなガラスによって作製したレンズまたはプリズムは急激な温度変化を伴う光学系に使用した場合においても、光路長の変化量が小さいので焦点距離がずれることがなく、ピンぼけしない安定した結像を得ることが可能である。

【0041】構成15によれば、可視光の短波長側における部分分散比 P_g, F の値が、同等のアップ数を有する光学ガラスに比べ大きい値を示し、同等のアップ数を有する光学ガラスに比べ可視光の短波長域における屈折率の変化が大きいという特異な波長依存性を有することによって、以下に詳しく示す効果を有する。可視光の短波長側における部分分散比 P_g, F は下記(1)式で表される。

$$P_g, F = (n_g - n_F) / (n_F - n_c) \quad (1)$$

(式(1)中、 n_g は436nmにおける屈折率、 n_F は480nmにおける屈折率、 n_c は656nmにおける屈折率をそれぞれ示す。)

上記構成12又は13に示す組成のガラスは、例えば、 $P_g, F = 0.544$ 、 $\nu_d = 63.7$ であり、ほぼ同等のアップ数(ν_d)を有するガラスBSC7($P_g, F = 0.534$ 、 $\nu_d = 64.2$)と比べて大きい P_g, F の値を示している。このように上記構成12又は13に示す組成のガラスは、同等のアップ数を有する光学ガラスに比べ、可視光の短波長域における屈折率の変化が大きいという特徴を有する。光学レンズの設計においては色収差を補正するために屈折率及び屈折率の波長依存性の異なる複数のレンズを組み合わせている。上記BSC7は光学レンズの設計において使用頻度の高い硝種であり、このBSC7の代わりにこのような特異な波長依存性を有するガラスを使用することにより、光学設計の自由度が広がり、より高度な色収差補正レンズを作成する

ことが可能となる。

【0042】なお、上記本発明の光弾性定数ガラス及び光学ガラスは、実質的にPbOを含有しないので、環境に対する安全性を高めることができる。ここで、実質的には、意図的に含めないという意味であり、不純物として含まれる場合や、ppm、ppbオーダーでPbOを意図的に排除する場合も含む。

【0043】以下、本発明を詳細に説明する。

【0044】本発明の低光弾性定数ガラスは、実質的に P_2O_5 -BaO- Al_2O_3 の3成分で構成されていることを特徴とする。ここで、実質的には、これらの3成分の含量が95重量%以上であることを意味し、イメージとしてはほぼこれらの3成分で構成されていることを意味する。

【0045】含有量の限定理由を説明すると次の通りである。

【0046】 P_2O_5 は、ガラス形成成分として欠かせない成分である。また、他のガラス形成成分である SiO_2 、 B_2O_3 に比べて等量では光弾性定数が小さくなる。しかしながら、 P_2O_5 の含有量が、41重量%未満になるとガラス化しない。また、52重量%を超えると光弾性定数が $+0.5 \times 10^{-12} Pa$ を超えてしまう。よって P_2O_5 の含有量は41~52重量%の範囲がよい。好ましい範囲は42~50重量%、より好ましい範囲は42.5~46重量%である。

【0047】BaOは、PbOに次いで光弾性定数をマイナスにする効果が大きな成分であるため、本発明に欠かせない成分である。BaOが47重量%未満になると光弾性定数が $+0.5 \times 10^{-12} Pa$ を超えてしまう。逆に57重量%を超えるとガラス化しない。よってBaOの含有量は47~57重量%の範囲がよい。好ましい範囲は48~56重量%、より好ましい範囲は51~55.5重量%である。

【0048】 Al_2O_3 は、適量添加によりBaOを多く含んだ領域におけるガラス化範囲を広げる効果を持ち、かつ化学的耐久性を高める効果があるため、本発明に欠かせない成分である。 Al_2O_3 の含有量が0.5重量%未満になると化学的耐久性が悪化する。逆に5重量%を超えるとBaOを47重量%以上含んだ場合ガラス化しない。よって Al_2O_3 の含有量は0.5~5重量%の範囲がよい。なお、 Al_2O_3 は2重量%においてBaO含有量を最も多くすることができる。つまり、光弾性定数を最低にすることができる。 Al_2O_3 の含有量の好ましい範囲は1~4重量%、より好ましい範囲は1.5~3.5重量%である。

【0049】 P_2O_5 、BaO、 Al_2O_3 の含量が95重量%未満になると光弾性定数が $+0.5 \times 10^{-12} Pa$ を超えるか、ガラス化しなくなるか、化学的耐久性が悪化し、ガラスを研磨加工する際に白ヤケが生じ問題となる。よって P_2O_5 、BaO、 Al_2O_3 の含量は95~1

00重量%の範囲がよい。好ましい範囲は97~100重量%、より好ましい範囲は98~100重量%である。

【0050】任意成分である La_2O_3 、 ZnO 、 CaO は適量を添加することによりガラスの化学的耐久性等を向上させる効果がある。しかしながら、これらが各々3重量%を超えると光弾性定数が $+0.5 \times 10^{-12} \text{Pa}$ を越えてしまうため、 La_2O_3 、 ZnO 、 CaO の添加量はそれぞれ0~3重量%の範囲がよい。好ましい範囲はそれぞれ0~2重量%である。

【0051】任意成分である B_2O_3 、 WO_3 、 Nb_2O_5 、 MgO 、 SrO は適量を添加することにより屈折率の調整が可能である。しかしながら、これらが各々3重量%を超えると光弾性定数が $+0.5 \times 10^{-12} \text{Pa}$ を越えてしまうため、 B_2O_3 、 WO_3 、 Nb_2O_5 、 MgO 、 SrO の添加量はそれぞれ0~3重量%の範囲がよい。好ましい範囲はそれぞれ0~2重量%である。

【0052】任意成分である Sb_2O_3 、 As_2O_3 は適量を添加することにより脱泡、清澄的作用がある。しかしながら、これらが各々2重量%を超えると光弾性定数が $+0.5 \times 10^{-12} \text{Pa}$ を越えてしまう。そのため、 Sb_2O_3 、 As_2O_3 の添加量はそれぞれ0~2重量%の範囲がよい。好ましい範囲はそれぞれ0~0.5重量%である。

【0053】本発明の低光弾性定数ガラスにおいて、 $\text{P}_2\text{O}_5 + \text{BaO} + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{La}_2\text{O}_3 + \text{ZnO} + \text{CaO} + \text{B}_2\text{O}_3 + \text{WO}_3 + \text{Nb}_2\text{O}_5 + \text{MgO} + \text{SrO} + \text{Sb}_2\text{O}_3 + \text{As}_2\text{O}_3$ の含量が98重量%未満になると光弾性定数が $+0.5 \times 10^{-12} \text{Pa}$ を越えてしまうため、これらの含量は98~100重量%であることが好ましい。より好ましい範囲は99~100重量%である。

【0054】 SiO_2 、 GeO_2 、 Li_2O 、 Na_2O 、 K_2O 、 Cs_2O 、 Y_2O_3 、 Gd_2O_3 、 Yb_2O_3 、 Ga_2O_3 、 ZrO_2 、 Ta_2O_5 、 TiO_2 、 TeO_2 、 Bi_2O_3 は、本発明の範囲内であって本発明の効果を損なわない範囲内で添加可能である。

【0055】図1に P_2O_5 - BaO - Al_2O_3 の組成の三角図を示す。図1は、3つの成分 P_2O_5 、 BaO 、 Al_2O_3 の組成点を頂点とする三角形を用いた三角図である。この図は、これら3成分の含量が100%になるガラス組成を三角形内の点で表すことができ、そのガラス組成範囲を面で表すことができる。 P_2O_5 、 BaO 、 Al_2O_3 の各成分は、各頂点の対辺からの高さで表される。例えば、図1中の点Aは、 P_2O_5 が52重量%、 BaO が47重量%、 Al_2O_3 が1重量%である(図1に示す目盛りを参照)。図1において、 $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow E \rightarrow F \rightarrow A$ の経路で直線で囲まれる範囲の組成は、構成1で示した P_2O_5 : 41~52重量%、 BaO : 47~57重量%、及び、 Al_2O_3 : 0.5~5重量%の範囲のうち、3成分で100%となる範囲と一致している。

また、 $A \rightarrow B \rightarrow G \rightarrow H \rightarrow I \rightarrow J \rightarrow K \rightarrow F \rightarrow A$ の経路で直線で囲まれる組成範囲は製造(量産性)に適した組成の範囲である。なお、点Bは、 P_2O_5 が52重量%、 BaO が47.5重量%、 Al_2O_3 が0.5重量%であり、点Gは、 P_2O_5 が47.5重量%、 BaO が52重量%、 Al_2O_3 が0.5重量%であり、点Hは、 P_2O_5 が43重量%、 BaO が56重量%、 Al_2O_3 が1重量%であり、点Iは、 P_2O_5 が41.5重量%、 BaO が56.5重量%、 Al_2O_3 が2重量%であり、点Jは、 P_2O_5 が41重量%、 BaO が56重量%、 Al_2O_3 が3重量%であり、点Kは、 P_2O_5 が46重量%、 BaO が49重量%、 Al_2O_3 が5重量%であり、点Fは、 P_2O_5 が48重量%、 BaO が47重量%、 Al_2O_3 が5重量%である。

【0056】本発明において、 P_2O_5 、 BaO 、 Al_2O_3 以外の La_2O_3 、 ZnO 、 CaO 、 B_2O_3 、 WO_3 、 Nb_2O_5 、 MgO 、 SrO 、 Sb_2O_3 、 As_2O_3 を添加していく場合、図1の枠内から Al_2O_3 が0.5重量%未満とならないように、光弾性定数が $+0.5 \times 10^{-12} \text{Pa}$ を越えない範囲で P_2O_5 、 BaO 、 Al_2O_3 のいずれか1成分又は含量で5重量%まで置換していくことが可能である。

【0057】本発明において、液相温度は900℃未満が好ましく、880℃以下がさらに好ましい。

【0058】本発明では、光弾性定数ガラスを構成する各成分に任意の固有光弾性定数値を当てはめ、これらの固有光弾性定数値から計算した値に基づいて本発明の光弾性定数ガラス等を製造することができる。

【0059】具体的には、例えば、光弾性定数ガラスを構成する各成分の1mol当たりの固有光弾性定数値(単位は 10^{-12}Pa/mol)を、それぞれ、 P_2O_5 : 0.029、 BaO : -0.021、 PbO : -0.036(不純物として含まれる場合の影響を計算するために利用する)、 La_2O_3 : -0.01、 B_2O_3 : 0.05、 Al_2O_3 : 0.01、 Nb_2O_5 : 0.11、 WO_3 : 0.05、 MgO : 0.04、 CaO : 0.016、 SrO : 0.008、 ZnO : 0.037、 TiO_2 : 0.03、 Li_2O : 0.015、 Na_2O : 0.025、 K_2O : 0.03、 Cs_2O : 0.03、 Sb_2O_3 : 0.04、 Bi_2O_3 : 0.05とし、固有光弾性定数値×モル量の総和を計算し、この計算した値に基づいて光弾性定数ガラスを構成する成分及びその含有量を決定して、所望の光弾性定数を有する光弾性定数ガラスを製造する。この際、光弾性定数値だけでなく、屈折率、透過率、液相温度、熔解性、化学的耐久性、着色等を考慮して成分及びその含有量を決定できる。

【0060】なお、光弾性定数ガラスを構成する各成分の1mol当たりの固有光弾性定数値(単位は 10^{-12}Pa/mol)は上記値に限定されず、例えば、 P_2O_5 : 0.029±0.01、 BaO : -0.021±

0.01、 PbO :-0.036 \pm 0.01、 La_2O_3 :-0.01 \pm 0.01、 B_2O_3 :0.05 \pm 0.01、 Al_2O_3 :0.01 \pm 0.01、 Nb_2O_5 :0.11 \pm 0.01、 WO_3 :0.05 \pm 0.01、 MgO :0.04 \pm 0.01、 CaO :0.016 \pm 0.01、 SrO :0.008 \pm 0.01、 ZnO :0.037 \pm 0.01、 Ti_2O :0.03 \pm 0.01、 Li_2O :0.015 \pm 0.01、 Na_2O :0.025 \pm 0.01、 K_2O :0.03 \pm 0.01、 Cs_2O :0.03 \pm 0.01、 Sb_2O_3 :0.04 \pm 0.01、 Bi_2O_3 :0.05 \pm 0.01とすることができ、この固有光弾性定数値に基づいて光弾性定数ガラスを構成する成分及びその含有量を決定して、所望の光弾性定数を有する光弾性定数ガラスを製造することもできる。

【0061】なお、上記以外の成分を加える場合についても光弾性定数の実測値からその成分の固有光弾性定数値を簡単に求めることができ、上記と同様に利用できる。

【0062】本発明の低光弾性定数ガラスを製造する際には、原料として、 P_2O_5 については正燐酸(H_3PO_4)、メタ燐酸塩、五酸化二燐等を、また他の成分については炭酸塩、硝酸塩、酸化物等を適宜用いることが可能である。これらの原料を所望の割合に秤取し、混合して調合原料とし、これを900~1200℃に加熱した熔解炉に投入し、熔解、澄清後、攪拌し均一化してから鋳型に鋳込み徐冷することにより、本発明の低光弾性定数ガラスを得ることができる。

【0063】本発明の低光弾性定数ガラスは、偏光を制御する光学素子(偏光ビームスプリッタを構成する基板やプリズム基体、偏光変調を行う空間光変調素子、その他、電子光学用ガラス基板や電子光学用ガラス部品な

ど)等の光学部品や光学製品として使用できる。特に、投写型カラー表示装置(液晶プロジェクタなど)等の高温になる機器内で使用する場合に最適である。プリズムの製造方法としては、上記方法により鋳型に鋳込んで成形したガラス塊を所望形状にカットする方法、予め所望形状の鋳型を用意しこの鋳型に鋳込んで成形する方法等が挙げられる。また、プリズムの形状としては、三角又は台形の側面を持つ角柱等が挙げられる。

【0064】

【実施例】以下、実施例にもとづき本発明をさらに詳細に説明する。

【0065】実施例1~17、比較例1~5、及び参考例1~4

表1~3に示す調合組成(重量%)に従って、常法により、低光弾性定数ガラスを作製した。調合原料としては、 P_2O_5 については正燐酸(H_3PO_4)、メタ燐酸塩、五酸化二燐等を用い、他の成分については炭酸塩、硝酸塩、酸化物等を用いた。これらの原料を所望の割合に秤取し、混合して調合原料とし、これを1000~1300℃に加熱した熔解炉に投入し、熔解、澄清後、攪拌し、均一化してから鋳型に鋳込み徐冷することにより、実施例1~17、比較例1~5及び参考例1~4の低光弾性定数ガラスを得た。

【0066】上記で得られた低光弾性定数ガラスについて光弾性定数、透過率、及び L 、 T (液相温度)、 D_w (耐水性)を測定した。実施例1~8の結果を表1に、実施例9~17の結果を表2に、比較例1~5及び参考例1~4の結果を表3にそれぞれ示す。

【0067】

【表1】

実 施 例 (重量%)								
	1	2	3	4	5	6	7	8
P2O5	41.5	42.0	43.0	51.0	50.0	43.0	45.0	46.5
BaO	56.5	56.0	55.0	48.0	48.8	53.8	51.0	49.0
Al2O3	2.0	2.0	2.0	1.0	1.0	3.0	4.0	4.5
ZnO								
La2O3								
B2O3								
WO3								
Nb2O5								
MgO								
CaO								
SrO								
As2O3								
Sb2O3								
P2O5-BaO-Al2O3								
3成分の含量	100	100	100	100	99.8	99.8	100	100
光弾性定数 ($\times 10^{-11}$ Pa)	0.32	0.34	0.38	0.48	0.42	0.32	0.42	0.47
外部透過率(%) 400nm (10mm)	88.0	88.1	88.2	88.5	88.4	88.1	88.3	88.2
L.T.(°C)	890	880	870	860	860	870	880	890
Dw (%)	0.08	0.07	0.08	0.15	0.14	0.03	0.02	0.01

【0068】

* * 【表2】

実 施 例 (重量%)										
	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
P2O5	43.0	42.0	42.0	43.0	43.0	43.0	43.0	43.0	43.0	
BaO	52.0	55.0	55.0	52.0	53.0	53.0	53.0	53.0	53.0	
Al2O3	2.0	2.0	2.0	3.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	
ZnO	2.0	1.0								
La2O3	1.0		1.0							
B2O3				2.0						
WO3					2.0					
Nb2O5						2.0				
MgO							2.0			
CaO								2.0		
SrO									2.0	
As2O3										
Sb2O3										
P2O5-BaO-Al2O3										
3成分の含量	97	98	99	98	98	98	98	98	98	
光弾性定数 ($\times 10^{-11}$ Pa)	0.48	0.38	0.37	0.42	0.40	0.41	0.41	0.40	0.39	
外部透過率(%) 400nm (10mm)	88.5	88.9	86.8	88.2	88.5	84.3	88.1	88.3	88.2	
L.T.(°C)	840	860	850	850	840	850	850	850	860	
Dw (%)	0.02	0.02	0.03	0.05	0.03	0.07	0.04	0.05	0.03	

【0069】

※ ※ 【表3】

	比較例 (重量%)					参考例 (重量%)			
	1	2	3	4	5	1	2	3	4
P2O ₅	48.0	34.0	30.0	35.0	53.0	43.0	48.0	50.0	54.0
BaO	20.0	48.0	3.0	30.0	20.0	55.5	44.0	45.0	44.0
Al ₂ O ₃		8.0	1.0		2.0			2.0	2.0
ZnO								3.0	
La ₂ O ₃									
B ₂ O ₃	10.0		4.0						
WO ₃									
Nb ₂ O ₅			2.0	10.0		1.5			
MgO		3.0							
CaO	22.0								
SrO							4.0		
As ₂ O ₃									
Sb ₂ O ₃									
K ₂ O							1.0		
Na ₂ O							1.0		
Li ₂ O							0.5		
TiO ₂							1.5		
PbO			60.0	25.0					
F		9.0							
BaF ₂					25.0				
F (7-エノル)					12.2				
P205-BaO-Al ₂ O ₃									
3成分の含量	68	88	34	65	75	88.5	92	97	100
光弾性定数 ($\times 10^{-12}$ Pa)	1.31	0.32	0.11	0.92	0.85	0.38	0.61	0.65	0.85
外部透過率(%) 400nm (10mm)	88.0	90.0	65.0	63.0	89.0	80.0	73.0	85.0	88.7
L.T.(°C)	800	1010	800	750	950	850	850	830	800
Dw (%)						0.88	0.18		0.21

2.5

【0070】なお、「光弾性定数」は、He-Neレーザー光を用い、20mmφ、高さ15.8mmで対面研磨したガラスに一直線方向に圧縮荷重を加えたときにガラスの中心に生じる光路差を測定して求めた。

【0071】また、「L.T. (液相温度)」は、700～1100℃の温度勾配のついた炉内にガラスを放置し、30分後に取り出し、軟化したガラスの結晶の有無を顕微鏡にて観察し、結晶が認められない一番低い温度を示す。表中「L.T. 認めず」はどの温度域でも結晶がなかったことを意味する。

【0072】「Dw (耐水性)」は、比重に相当する重量の粉末ガラス（粒度420～590μm）を白金かごに入れ、それを純水（pH: 6.5～7.5）80mlの入った石英ガラス製丸底フラスコ内に浸漬し、沸騰水浴中で60分間処理し、その減量率（重量%）によって表す。

【0073】評価

実施例1～17の低光弾性定数ガラスは光弾性定数が $+0.5 \times 10^{-12}$ Pa以下で、液相温度が低く、かつ400nmにおける外部透過率が80%（10mm厚）を超えるガラスである。また、耐水性も良い。

30* 【0074】比較例1、2は、上述した特開平2-188442号公報の実施例20、26に記載のガラスである。比較例1はBaOが47重量%未満のため光弾性定数が $+0.5 \times 10^{-12}$ Paを越えてしまうことになる。比較例2はP₂O₅が41重量%未満でありかつAl₂O₃を3重量%以上含んでいるため液相温度が高い。

【0075】比較例3、4は、上述した特開昭50-71708号公報の実施例における表3中の2と表1中の21に記載のガラスである。これらは、有害なPbOを含有しているため、環境に対する安全性が低い。さらに、比較例3はPbOを50重量%以上含んでいるため400nmにおける透過率が65重量%と、非常に低い値になっている。比較例4はNb₂O₅を3重量%より多く含んでいるため、光弾性定数が $+0.5 \times 10^{-12}$ Paを越えてしまっている。

【0076】比較例5は、Fを多く含んでいるため光弾性定数が $+0.8 \times 10^{-12}$ Paを越えてしまい、液相温度も高い。

【0077】参考例1～4は、本願出願人が先に出願したPbOを含まないP₂O₅-BaO系の低光弾性定数ガラス（特願平10-100101号）における実施例4

～6に記載のガラスである。参考例1は P_2O_5 と BaO の含量が98.5重量%であるが、本発明の必須成分である Al_2O_3 が入っていない分、本発明により得られるガラスより化学的耐久性(Dw)が悪い。参考例2は P_2O_5 と BaO の含量が92重量%であるため、光弾性定数が $+0.5 \times 10^{-12} Pa$ を越えてしまっている。参考例3は BaO が47重量%未満であるため、光弾性定数が $+0.5 \times 10^{-12} Pa$ を越えてしまっている。参考例4は P_2O_5 が52重量%を超えるため光弾性定数が $+0.5 \times 10^{-12} Pa$ を越えてしまっている。このよ

10 * $0.5 \times 10^{-12} Pa$ 以下であり、光弾性定数が低く、しかも耐水性等の化学的耐久性に優れているのでより実用に適したガラスとなっている。

【0078】実施例18～41

La_2O_3 、 ZnO の微量添加による効果を調べるために、表4～6に示す調合組成(重量%)に従って、実施例1と同様にして低光弾性定数ガラスを作製し、評価を行った。その結果を表4～6に示す。表4～6から、 La_2O_3 、 ZnO は微量であっても耐久性等上げる効果

【0079】

【表4】

実 施 例 (重量%)									
	18	19	20	21	22	23	24	25	26
P_2O_5	43.0	45.0	47.0	42.0	44.0	46.0	42.0	44.0	44.0
BaO	54.0	52.0	50.0	54.0	52.0	50.0	53.0	51.0	52.0
Al_2O_3	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	3.0
ZnO									
La_2O_3	1.0	1.0	1.0	2.0	2.0	2.0	3.0	3.0	1.0
B_2O_3									
WO_3									
Nb_2O_5									
MgO									
CaO									
SrO									
As_2O_3									
Sb_2O_3									
$P_2O_5-BaO-Al_2O_3$									
3成分の含量	99	99	99	98	98	98	97	97	99
光弾性定数 ($\times 10^{-12} Pa$)	0.38	0.44	0.47	0.38	0.42	0.46	0.38	0.45	0.45
外部透過率(%)									
400nm (10mm)	88.4	88.5	88.6	88.4	88.5	88.6	88.5	88.7	88.2
L.T.($^{\circ}C$)	880	880	850	880	850	840	870	850	880
Dw (%)	0.05	0.06	0.07	0.03	0.05	0.06	0.03	0.04	0.01

【0080】

※ ※【表5】

実 施 例 (重量%)								
	27	28	29	30	31	32	33	34
P2O5	44.0	46.0	48.0	44.0	46.0	43.0	45.0	42.0
BaO	54.0	52.0	50.0	53.0	51.0	54.0	52.0	54.0
Al2O3	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	2.0	2.0	2.0
ZnO						1.0	1.0	2.0
La2O3	1.0	1.0	1.0	2.0	2.0			
B2O3								
WO3								
Nb2O5								
MgO								
CaO								
SrO								
As2O3								
Sb2O3								
P2O5-BaO-Al2O3 3成分の合量	99	99	99	98	98	99	99	98
光弾性定数 ($\times 10^{-12}$ Pa)	0.37	0.41	0.46	0.40	0.46	0.41	0.47	0.40
外部透過率(%) 400nm (10mm)	88.2	88.4	88.8	88.1	88.8	87.5	87.7	87.2
L.T.(°C)	880	860	840	860	840	880	850	870
Dw (%)	0.08	0.10	0.11	0.05	0.07	0.03	0.05	0.01

【0081】

【表6】

実 施 例 (重量%)							
	35	36	37	38	39	40	41
P2O5	44.0	42.0	43.0	45.0	44.0	43.0	45.0
BaO	52.0	53.0	53.0	51.0	51.0	54.0	52.0
Al2O3	2.0	2.0	2.0	2.0	3.0	1.0	1.0
ZnO	2.0	3.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
La2O3			1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
B2O3							
WO3							
Nb2O5							
MgO							
CaO							
SrO							
As2O3							
Sb2O3							
P2O5-BaO-Al2O3 3成分の合量	98	97	98	98	98	98	98
光弾性定数 ($\times 10^{-12}$ Pa)	0.46	0.42	0.43	0.47	0.49	0.41	0.46
外部透過率(%) 400nm (10mm)	87.6	86.9	86.5	87.7	88.4	87.5	88.1
L.T.(°C)	880	880	880	880	880	870	850
Dw (%)	0.03	0.01	0.01	0.02	0.01	0.05	0.07

【0082】実施例42

実施例1～41の低光弾性定数ガラスを用いて液晶プロ
ジェクタにおける偏光ビームスプリッタを構成する基板
及びプリズム基体を作製し、これらを組み込み液晶プロ*50

*ジェクタを得た。液晶プロジェクタ使用時に、プリズム
基体の加熱側の温度は150℃で冷却側の温度は50℃
となり温度差は100℃となったが、複屈折による影響
は認められなかった。

【0083】応用例

上述した実施例の組成のガラスについて特性を詳しく調
べたところ、光学ガラスの温度変化量 dT に対する屈折
率の変化量 dn を示す屈折率の温度係数(dn/dT)
及び部分分散比が、それぞれ特異的な値を示すことが分
かり、カメラレンズ用などの一般的な光学ガラスとして
有効であることが判明した。

【0084】例えば、実施例3に示す組成のガラス(P
2O5:43.0重量%、BaO:55.0重量%、Al
2O3:2.0重量%、P2O5+BaO+Al2O3の合量
=100重量%)の特性は以下のようであった。屈折率
 $nd=1.6063$ 、アッベ数(ν_d)=63.7であ
った。また、光学ガラスの温度変化量 dT に対する屈折
率の変化量 dn を示す屈折率の温度係数(dn/dT)
は、表7に示すように負の値を示し、アサーマル性を有
することがわかった。さらに、部分分散比 $P_g, F=(n_g-n_f)/(n_f-n_c)=0.544$ であった。光弾性
定数は $+0.36 \times 10^{-12}$ Pa、400nmにおける
外部透過率は88.2%(10mm厚)であった。ま
た、液相温度が低く、耐水性も良いものであった。

【0085】

【表7】

23

温度℃	相 対 屈 折 率 の 温度係数 dn/dT
-40~-20	-8.7
-20~0	-8.7
0~+20	-8.8
+20~+40	-8.8
+40~+60	-8.9

【0086】上記特性のうち、 dn/dT に関しては次のことが言える。光学ガラスの屈折率 n は温度 T が変化すると変化する。この温度変化量に対する屈折率の変化量が屈折率の温度係数(dn/dT)である。ガラスの温度が変化すると光路長も変化する。この変化の度合いを示す光路長の温度係数(ds/dT)は、次式により表される。

$$ds/dT = (n-1)\alpha + dn/dT$$

(上式中、 n はガラスの屈折率、 α はガラスの熱膨張係数をそれぞれ示す。)

一般の光学ガラスでは dn/dT は正の値を有し、一方 α も正であることより通常温度が変化することにより光路長も変化してしまう。一方、本応用例に示す組成のガラス(例えば実施例3に示す組成のガラス)は温度の上昇により屈折率が低下する特性を有している。これは dn/dT が負の値になっていることで示される(これをアサermal性という)。このようなガラスによって作製したレンズまたはプリズムは急激な温度変化を伴う光学系に使用した場合においても、光路長の変化量が小さいので焦点距離がずれることがなく、ピンぼけしない安定した結像を得ることが可能である。

【0087】上記特性のうち、部分分散比 P_g, F に関しては次のことが言える。可視光の短波長側における部分分散比 P_g, F は下記(1)式で表される。

$$P_g, F = (n_g - n_F) / (n_F - n_c) \quad (1)$$

(式(1)中、 n_g は436nmにおける屈折率、 n_F は480nmにおける屈折率、 n_c は656nmにおける屈折率をそれぞれ示す。)

本応用例に示す組成のガラス(例えば実施例3に示す組成のガラス)は、例えば、 $P_g, F = 0.544$ 、 $\nu_d = 63.7$ であり、ほぼ同等のアッペ数(ν_d)を有するガラスBSC7($P_g, F = 0.534$ 、 $\nu_d = 64$ 、

2)と比べて大きい P_g, F の値を示している。このように本応用例に示す組成のガラスは、同等のアッペ数を有する光学ガラスに比べ、可視光の短波長域における屈折率の変化が大きいという特徴を有する。光学レンズの設計においては色収差を補正するために屈折率及び屈折率の波長依存性の異なる複数のレンズを組み合わせている。上記BSC7は光学レンズの設計において使用頻度の高い硝種であり、このBSC7の代わりに本応用例のような特異な波長依存性を有するガラスを使用することにより、光学設計の自由度が広がり、より高度な色収差補正レンズを作成することが可能となる。

24

【0088】なお、本応用例に示す光学ガラスの組成としては、重量%で、 P_2O_5 を41~52%、 BaO を47~57%、及び、 Al_2O_3 を0.5~5%、含有し、かつ、 $P_2O_5 + BaO + Al_2O_3$ の含量が95~100%である光学ガラス、あるいは、重量%で、 P_2O_5 を40~46%、 BaO を52~58%、及び、 Al_2O_3 を0.5~5%、含有し、かつ、 $P_2O_5 + BaO + Al_2O_3$ の含量が95~100%である光学ガラスが好ましいことがわかった。

【0089】以上のように、本応用例に示す光学ガラスは、光学ガラスの温度変化量 dT に対する屈折率の変化量 dn を示す屈折率の温度係数(dn/dT)及び/又は部分分散比が、それぞれ特異的な値を示し、したがってカメラレンズ用などの一般的な光学ガラスとして有効である。また、光弾性定数が小さく、複屈折が生じにくいいためレンズ素材として好適であり、更に熱応力に強いいため急激な温度変化を伴う環境下で使用するレンズ素材として好適である。応用例として、例えば、信頼性の高いレンズやプリズム更には光学窓材などの一般の光学ガラスを作製することができる。特に本応用例に示す光学ガラスは、カメラやVTRカメラレンズ、その他様々な光学装置において色収差補正用ガラス素材として好適であり、更に熱応力に強いいため急激な温度変化を伴う環境下で使用する光学装置等に用いるレンズ素材として好適である。

【0090】以上好ましい実施例をあげて本発明を説明したが、本発明は上記実施例等に限定されるものではない。

【0091】例えば、実施例や応用例に掲げた成分以外の成分を本発明の特性を失わぬ範囲で添加することができる。

【0092】

【発明の効果】以上説明したように本発明の低光弾性定数ガラスは、以下の効果を有する。

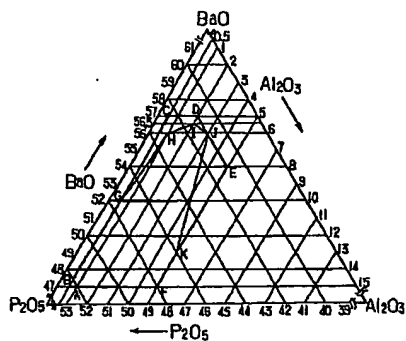
- 1) 光弾性定数が $+0.5 \times 10^{-12} \text{ Pa}$ 以下であり、光弾性定数が低い。
- 2) PbO を含有しないので、環境に対する安全性が高い。
- 3) 耐水性等の化学的耐久性に優れているのでより実用に適したガラスである。
- 4) 液相温度が低いので量産が可能である。
- 5) 400nmにおける透過率が80%以上であるので光学用途に適する。
- 6) 屈折率が制限される光学用途に対しては、本発明の範囲内で屈折率調整成分を添加することにより、所定の屈折率に調整が可能である。

【0093】このような、光弾性定数が $+0.5 \times 10^{-12} \text{ Pa}$ 以下で、400nmにおける透過率が80%以上あり、かつ、液相温度が低く、量産可能な低光弾性定数ガラスは、液晶プロジェクタにおける偏光ビームスプ

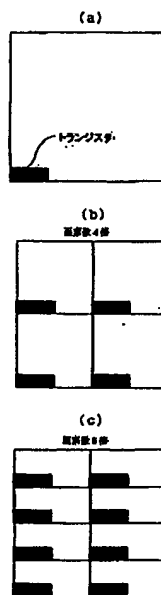
リット等の用途に特に適する。

【0094】また、本発明の光学ガラスは、上記本発明の低光弾性定数ガラスの効果に加え、光学ガラスの温度変化量 dT に対する屈折率の変化量 dn を示す屈折率の温度係数 (dn/dT) 及び/又は部分分散比が、それぞれ特異的な値を示し、したがってカメラレンズ用などの一般的な光学ガラスとして有効である。また、光弾性定数が小さく、複屈折が生じにくい材料として好適であり、更に熱応力に強い材料として急激な温度変化を伴う環境下で使用レンズ素材として好適である。

【図1】



【図2】



【図面の簡単な説明】

【図1】 $P_2O_5-BaO-Al_2O_3$ の組成範囲を示す図である。

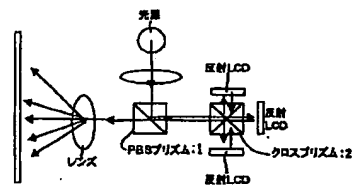
【図2】 画素数と開口率との関係を示す平面図である。

【図3】 反射型液晶プロジェクタの概略構成を示す平面図である。

【符号の説明】

- 1 PBSプリズム
- 2 クロスプリズム

【図3】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.